BEITRAG

zur

Entwicklungsgeschichte der Räderthiere

72390

Alex. Agassiz.

Library of the Museum

OF

COMPARATIVE ZOÖLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 39,828

Entered June 24, 1913.

Seinem Dr. Hottinger
der Verfasser.

Ahd Cyassie
1873

Beiträge

zur

Entwicklungsgeschichte der Räderthiere.

Inauguraldissertation

zur

ERLANGUNG DER DOCTORWÜRDE

vorgelegt

der hohen medicinischen Facultät

der

Universität Zürich

von

HEINRICH NÄGELI

von Enge.

Zürich,

Druck von E. Kiesling.

1852.

LIBRARY
MUS. COMP. ZOOLOGY
CAMBRIDGE, MA.

Seinem hochverehrten Lehrer

Herrn

Dr. Med.

HEINRICH FREY,

Professor an der Universität Zürich,

aus

aufrichtiger Dankbarkeit

gewidmet

vom

Verfasser.

Mit dem Auftreten Cuvier's erlitt die Zoologie eine totale Umgestaltung; Zoologie und Zootomie bezeichnen in der Jetztzeit fast identische Begriffe. Die Zoologie, früher ein Regesten-Buch der Thierwelt, ein lockeres systematisches Einreihen von Thiernamen, nimmt gegenwärtig einen hohen Rang unter den Naturwissenschaften ein. Wenn auch die Zootomie all den an sie gestellten Anforderungen nicht entsprach, nicht entsprechen kann und den gehofften Nutzen für die praktische Medizin nicht brachte, so bietet sie, als Wissenschaft für sich, ein reiches Feld voll hohen Interesses für den forschenden Geist und ist ohne handgreiflichen Erfolg die trefflichste Schule zur Schärfung der Beobachtungsgabe. Für den Bau, zu dem das Genie jenes grossen Naturforschers den ersten Grundstein legte, wird mit regem Eifer weiteres Material gesammelt und mit der Verbesserung des Microscopes eröffnete sich dem Zootomen eine reiche Fundgrube neuer Thatsachen. Glänzenden und überraschenden Gewinn zog die Wissenschaft aus der Bearbeitung der Entwicklungs-Geschichte. Die gefundenen Resultate machten ihren Einfluss namentlich auf die Klassifikation der niedern Thierorganismen

geltend und die Kenntniss ihrer Organe erhielt eine grössere Ausdehnung. Als klassische Untersuchungen auf diesem Gebiete führe ich beispielsweise nur die von Steenstrup über den Generationswechsel an, die merkwürdige Data zur Entwicklung der Helminthen lieferte, ein Werk, voll der rühmlichsten Zeugnisse für die scharfe Beobachtung und das grosse Combinationstalent des Verfassers.

Die Kenntniss der Entwicklung der niedern Thiere in Etwas zu fördern, lag wenigstens in meiner Absicht; den geringen Umfang meiner Arbeit mögen die sparsam zugemessene Zeit und die vergleichsweise grossen Schwierigkeiten des behandelten Stoffes entschuldigen.

STELLUNG DER RÆDERTHIERE

IM

SYSTEM.

Der Platz, den die Räderthiere einnehmen, war zu verschiedenen Zeiten ein verschiedener. Bei der irrigen Ansicht, die Ehrenberg, der diese Thierklasse zuerst systematisch behandelte und genauer beschrieb, von den Organen der Infusorien hegte, lag es für ihn nahe, die Rotatorien diesen einzuverleiben.

Mit der genauern Kenntniss dieser niedersten Thierreiche und der Berichtigung seiner, als irrig sich herausstellenden Ansichten, konnte deren bisherige Stellung im System nicht länger beibehalten werden. Die Rotatorien sind ungleich höher organisirte Wesen als die eigentlichen Infusorien. Sie besitzen ein ziemlich ausgeprägtes Muskel-, ein als Ganglienmasse um den Nacken gelegenes Nervensystem und einen sehr ausgebildeten Verdauungsapparat. Diess und die später zu besprechenden geschlechtlichen Verhältnisse, welche bei dieser Thierklasse wahrgenommen werden, gaben Veranlassung, sie in höhere Thierkreise einzureihen. Burmeister stellte sie unter die Crustaceen, Milne Edwards und Andere rechneten sie zu den Würmern.

Dem Beispiele Burmeisters zu folgen liegt kein Grund vor. Die Rotatorien besitzen weder die quer gestreiften Muskeln, das Bauchmark, noch das Chitin-Skelett der Arthropoden, desgleichen sind die Entwicklungsvorgänge durchaus verschieden von denen, wie sie bei Linné's Klasse der Insekten wahrgenommen werden. Alle Verhältnisse weisen auf eine nahe Verwandtschaft zu den Würmern hin und ihre Einreihung unter diese hat mit Recht den meisten Anklang gefunden.

Geschlechtsorgane und Entwicklung

der

Räderthiere.

Noch fehlt eine genaue Kenntniss der sexuellen Organe dieser Thierklasse, wenigstens der männlichen, gänzlich; auch die feinern Verhältnisse der weiblichen sind noch nicht vollkommen klar geworden. Man weiss noch nicht einmal, ob die Geschlechter getrennt oder auf einem Individuum vereint sind; wahrscheinlich ist es jedoch, dass ein Hermaphroditismus vorkömmt. Nach Ehrenberg sollen die Räderthiere zwei Hoden, zwei vasa deferentia und eine vesicula seminalis besitzen. So beschreibt er als männliche Geschlechtswerkzeuge zwei Organe, die vom Kopfe anfangend, den Körper beiderseitig vorn breiter und etwas zackig durchziehen, nach hinten rundlicher und schmaler werdend, in schlangenförmigen

Windungen dicht hinter der Mündung des Ovariums im Halse eines blasenförmigen, muskelartigen Organs endigen (bei Hydatina senta). Er schreibt letzterer Blase als wahrscheinliche Funktion zu, dass sie zum Einschnellen des Samens in den Eierstock diene.

Die Kanäle, welche bei Philodina und Rotifer ohne eine Blase vorkommen, betrachtet er ebenfalls als zur Samenbereitung bestimmt. Zieht man aber in Betracht, dass diese beständig mit einer wasserhellen Flüssigkeit gefüllt sind, die niemals Formelemente enthält, welche als Spermatozoen zu deuten wären und beobachtet man die fortwährende Thätigkeit jener contractilen Blase, so muss die Ansicht, die Ehrenberg von der Bedeutung dieser Organe hat, als eine durchaus irrige erscheinen. Eher wohl könnte man dem Ausspruch Siebold's beipflichten, der sie als zu einem Wassergefäss-System gehörend erklärt. Weniger bestimmt spricht Ehrenberg sich über die drüsenartigen Anhänge aus, wie er sie z. B. bei der Gattung Melicerta, als im Schwanzfusse derselben vorkommend, beschrieb; er legt ihnen nur vermuthungsweise den Namen von männlichen Sexual-Organen bei.

So lange ihr Secret, im Falle sie wirkliche Drüsen sind, nicht genauer bekannt ist und Spermatozoen als dessen Elementarbestandtheile nicht nachgewiesen werden, lässt sich eine derartige Benennung nicht rechtfertigen. Bis jetzt alleinstehend ist eine von Kölliker in Frorieps Notizen veröffentlichte Beobachtung.

Er fand in der Leibeshöhle von Megalotrocha albo-flavicans, vorzugsweise in der Nähe des Eierstockes und des Darmes, doch auch an andern Orten

zitternde Körper, die frei in der Flüssigkeit der Bauchhöhle flottirten. Sie erschienen als Fäden, die wie in einander geflochten und stellenweise wie verdickt aussahen oder als spiralig aufgerollte Körper von 0,005 Linien Breite, 0,003 Linien Dicke und 0,01 Linien Länge und einem fadenförmigen Anhang von 0,04 Linien Länge, der Anfangs mässig breit und platt gedrückt, gegen sein Ende jedoch rundlich und ungemein fein wird. Die Entwicklung dieser Körper, die constant bei Thieren mit Eiern in der Furchungsperiode sich vorfanden, beobachtete er ebenfalls. Sie entstanden aus runden kernhaltigen Zellen von 0,003 Linien bis 0.005 Linien Grösse, die sich verlängerten und so lange bemerklich machten, als die Eier sich noch wenig entwickelt hatten; alle diese Verhältnisse veranlassten Kölliker, sie als Spermatozoen anzusehen. Die Art und Weise, wie sie in Berührung mit den Eiern kommen, zu beobachten, gelang ihm nicht. Ob die Zitterorgane, die Ehrenberg im Innern des Leibes verschiedener Rotatorien bemerkte, ebenfalls hieher gehören, wie Kölliker vermuthete, ist nicht ausgemacht. Siebold's Meinung darüber geht dahin, dass sie festsitzende Zitterorgane des Wassergefäss-Systemes seien.

Die weiblichen Geschlechtsorgane bestehen aus einem doppelten oder einfachen Schlauche, der länger oder kürzer und je nachdem er gefüllt oder leer ist, eine verschiedene Gestalt hat. Es vertritt dieser Schlauch die Stelle eines Ovariums und mündet mit kurzem Eileiter durch die Kloake nach aussen.

Die Struktur derselben stimmt in allen Hauptpunkten überein; es umgibt den Eierstock nach aussen eine sehr

feine Membran, die gewissermassen die Tunica propria desselben bildet. Im Innern besteht die Grundsubstanz aus sehr feinen Moleceln, welche bei Philodina erythrophthalma von bräunlicher, bei der roseola von rosarother, bei Rotifer vulgaris, Pterodina patellaris und den meisten übrigen Species von blassgräulicher Farbe sind.

Ausser dieser feinen Molecularmasse, die sich bei der Pterodina anfänglich nur in ganz geringer Quantität vorfindet, bemerkt man rundliche Zellen in sie eingebettet, die in ihrer Grösse so ziemlich bei allen beobachteten Formen übereinstimmen. Sie beträgt im Mittel $^1/_{250}$ Linie. In der Regel ist an diesen Zellen kein Kern wahrzunehmen und immer nur bei sehr starker Vergrösserung (Fig. 13). Die Bedeutung dieser Zellen ist wohl die der Keimbläschen, die noch nicht von einer grössern Quantität Dottermasse umschlossen und noch nicht zum Zentrum eines vollständigen Eies geworden sind.

Dass ihnen diese mit grosser Wahrscheinlichkeit beigelegt werden darf, geht aus ähnlichen Verhältnissen hervor, wie sie Bagge bei Strongylus auricularis und Köl liker bei Ascaris nigrovenosa und dentata beobachteten. Den in diesen Zellen eingeschlossenen Kern dann, insofern er constant vorkommen sollte, als Keimfleck zu statuiren, liegt nahe. Die Zahl dieser Zellen übersteigt das Maximum von 9 in den Eierstöcken der Philodineen und Rotiferen wohl selten; bei Lepadella emarginata zählte ich 12 (Siehe Fig. 12, 13, 15, 17 bei b).

Um die Keimbläschen herum häuft sich eine körnige Masse an, die immer rundlicher sich gestaltet, eine Membran bekömmt und so zum Ei wird. Bemerkenswerth möchte es sein, dass die früher blassen Moleceln bei

Pterodina patellaris und Lepadella emarginata, erst mit der wirklich beginnenden Eibildung ihre später bräunliche Färbung annehmen. Die primitivsten Vorgänge bei der Eibildung stimmen mit derjenigen der Nematoden überein, ein anderer scheint der bei der Bildung der Eihaut zu sein. Man bemerkt bei Philodina sowohl als bei Hydatina bisweilen eine Zelle des Ovariums mit einer beträchtlichen Menge jener feinen Moleceln umgeben. Diese Accumulation von Dottermasse bewirkt eine Divertikelbildung im Eierstok, die nach und nach die Form eines Eies annimmt. (Figur 12 A. Ei von Philodina erythrophthalma.)

Die das sich bildende Ei umschliessende Tunica propria des Ovariums, in der Umbildung zu einer Dotterhaut begriffen, zeigte scharfe Contouren. Noch communicirte das entstehende Ei frei mit dem Ovarium; die Abschnürung, wie diess die schematisch gehaltene Figur 12 B. darstellt, war noch nicht erfolgt.

Daraus, dass die Eierstockwandung theilweise zur Dotterhaut verwendet wird, lassen sich die Schwankungen, welche dieselbe bei den Philodineen in Bezug auf Grösse und Gestalt erleiden, am besten erklären, obgleich durch Compression mannigfache Veränderungen ebenfalls vorkommen mögen. (Fig. 12 BB., Fig. 13 b. Fig. 15 b.)

Es könnte auch der Fall eintreten, dass die Keimbläschen sowohl, als auch die Moleceln eines solchen Eierstockes vollkommen zur Eibildung verwendet würden, wodurch sich der Umstand aufklären liesse, warum bisweilen nur auf einer Seite ein Ovarium bei Philodina beobachtet wird. Es scheint das Ovarium mithin einen beständigen Nachwuchs in seinen Elementarbestandtheilen

zu erfahren, was durch die Beobachtung, dass die Keimbläschen oftmals nicht von einer körnigen, sondern mehr von einer homogenen Masse umgeben sind, aus welcher durch Körnerbildung die Dottermoleceln würden, seine Bestätigung erhalten dürfte. Wahrscheinlich erstreckt sich dieser Modus der ersten Eientwicklung auch auf andere Rotatorien.

Weit häufiger als diese primitiven Vorgänge zeigen die Objekte schon gebildete Eier. Der Platz, den das Keimbläschen einnimmt, variirt bei verschiedenen Eiern desselben Thieres und es hält dasselbe bald mehr eine Stelle im Centrum, bald mehr eine peripherische ein. (Fig. 1 und 2 und 20.)

Die Eier variiren in ihrer Grösse auch bei gleicher Entwicklungsstufe, die der Philodina erythrophthalma haben im Mittel $^1/_{30}$ Linie, die von Rotifer vulgaris $^1/_{40}$ Linie, ebenso die von Lepadella emarginata.

Im Verhältniss zur Grösse dieser Thiere ist die der Ovula eine erstaunliche zu nennen, wenn man bedenkt, dass z. B. die des Schildes von Lepadella nur $^1/_{20}$ Linie beträgt. Während der ersten Perioden muss die Dottermembran sehr dünn sein; sie nimmt oft eine Gestalt an, die namentlich nach Verschwinden des Keimbläschens Veranlassung geben könnte, irrig Dotterfurchung anzunehmen.

Die Fruchtbarkeit scheint bei den verschiedenen Genera nicht die gleiche zu sein. Bei Rotifer vulgaris zählte ich 5 und 6 Eier, bei Pterodina patellaris konnte ich nie mehr als eins beobachten, ebenso bei Lepadella.

Bei den weiter entwickelten Eiern nimmt die Festigkeit ihrer Umhüllungen zu. Veränderungen ihrer Gestalt bei jeder Bewegung des Thieres, wie sie im frühern

Stadium wahrgenommen wurden, kommen nicht mehr vor, sei es, dass die frühere Membran sich bloss verdickte, sei es, dass sich eine zweite um die erste herum entwickelte. Der Grund, dass die Bildung der Eihaut oder Häute nicht genauer verfolgt werden kann, liegt in der ungemein feinen Struktur derselben, welche auch bei den niedern Nematoden eine nähere Erkenntniss in diesem Punkte nicht erlaubte.

Nun verschwindet das Keimbläschen in Folge eingetretener Befruchtung, deren Art und Weise, wie schon oben bemerkt, nicht deutlich geworden ist. Bei allen bis jetzt untersuchten Rotatorienformen tritt während dieser Periode keine Veränderung in der Form der Eier ein. Eine Ausnahme hievon macht die Gattung Philodina. Bei Philodina megalotrocha fand ich eine Birnform des Eies. Ein Gleiches findet sich bei der Erythrophthalma. Sie entsteht dadurch, dass sich die Eihaut am einen Pole etwas auszieht und mehr spitz endet. Besonders bemerklich wird diese birnförmige Gestalt des Philodineen-Eies bei abgestorbenen Exemplaren, wo durch das eingedrungene Wasser ein Zusammenziehen der Dottermasse veranlasst wird. (Fig. 11 A, B, C.)

Die Eier erhalten während der ganzen Evolutionsperiode bis zum Auftreten des Embryo keinen Zuwachs.

Der Dotter, der früher völlig homogen war, bekömmt nun durch ungleiche Stellung seiner Moleceln ein mehr gefleckles Aussehen. An die Stelle des untergegangenen Keimbläschens tritt bei den birnförmigen Eiern der Philodina eine neue Zelle oder ein Kern auf, der in der Regel einen grössern Durchmesser als jenes besitzt $^1/_{170}''' - ^1/_{200}'''$, auch nicht, wie die frühere im

Centrum, oder an der Peripherie, sondern näher am stumpfen Pole sitzt. Bisweilen ist nun diese Zelle mit einem deutlichen Kern oder Kernkörperchen versehen. Aber auch hier ist sein Vorkommen, wie dasjenige der vesicula germinalis kein constantes.

Bei Rotifer vulgaris konnte nur in wenigen Fällen trotz der grossen Zahl beobachteter Eier eine Ansicht gewonnen werden, die auf ein gleiches Verhältniss zu beziehen wäre. Der Dotter hatte sich etwas von der Umhüllung zurückgezogen und eine mehr kuglige Form angenommen. Gerade in seinem Centrum zeigte sich ein heller Raum, der eine dort gelagerte Zelle vermuthen liess, ohne dass diess zu einer bestimmten Anschauung zu bringen möglich gewesen. Die Lage der Zelle, die aus einer peripherischen zu einer centralen geworden, scheint zu dem Schlusse zu berechtigen, dass sie die erste Embryonal-Zelle und nicht das frühere Keimbläschen bilde. Es unterscheidet sich dieser Prozess also von dem, was bei Philodina angegeben wurde, doch hat man auch bei sich nahe stehenden Individuen anderer Thierklassen zahlreiche Beispiele beträchtlicher Verschiedenheiten in der Entwicklung kennen gelernt. Vielleicht dass schon hierin die erste der Differenzen bestünde, die wir im Verlaufe der Evolution zwischen Philodina und Rotifer antreffen. Eine Lageveränderung des Purkinje'schen Bläschens ist nun allerdings in der letzten Zeit seines Bestehens wahrgenommen worden, niemals aber ein Wachsthum desselben, was der eben aufgestellten Ansicht nur zur Unterstützung dienen kann. — Die Dauer der ersten Embryonal-Zelle scheint in der Thierwelt eine sehr ungleich lange zu sein, da diese bei Ascaris

nigro-venosa sehr leicht, selten bei den Mollusken, und bei andern Thieren gar nicht wahrgenommen wurde.

Bei Philodina scheint diese Periode ziemlich lange anzudauern, da sie sehr häufig zur Ansicht gebracht werden kann; schneller, ja auffallend rasch gehen die folgenden Stadien vorüber, indem es nur selten gelingt, Eier mit wenigen Embryonal-Zellen zu beobachten. Niemals gelang es, Eier mit nur zweien zu erhalten, häufiger waren solche mit vier. (Siehe Fig. 4 v. Philodina.)

Die Zellen lagen nicht dicht bei einander, sondern entfernt, und ohne Ordnung in die Dottermasse eingebettet. Ihre Grösse war ungefähr $^1/_{250}'''$, ihr Aussehen dem der Keimbläschen nicht unähnlich. Nirgends aber liess sich in den Philodineeneiern etwas nachweisen, was auf Zerklüftung, auf Zertheilung des Dotters zu beziehen gewesen wäre. So deutlich die Zellen erscheinen, nie wurde ein derartiger Prozess im Dotter beobachtet, so dass ein solcher bei Philodina erythrophthalma durchaus in Abrede gestellt werden muss.

Vor leicht möglicher Verwechslung muss man sich hüten, denn nicht selten tritt bei abgestorbenen Eiern in Folge der Einwirkung von Wasser ein Zurückweichen der Dottermasse von der Eihülle und eine Unregelmässigkeit in der Form der erstern ein, welche vor den Augen des Untersuchenden immer mehr zunimmt und zuletzt fast maulbeerförmig wird. (Fig. 11. A, B, C.)

Diese Beobachtungen liefern einen neuen Beweis für die von Kölliker aufgestellte Lehre, dass die Bildung der Embryonal-Zellen, nicht aber die Zerklüftung des Dotters der für die weitere Evolution wesentliche Akt, dass mithin der Zerklüftung nur eine untergeordnete,

secundäre Rolle zuzuschreiben sei, wesshalb sie fehlen kann, ja häufig fehlt, ohne desshalb bedeutende Differenzen in der Entwiklung hervorzurufen. Diess stimmt überein mit dem, was Kölliker von mehreren hematoden angegeben hat, wo ebenfalls deutliche Embryonal-Zellenbildung ohne Zerklüftung der Dottermasse vorkömmt. Die einzige Differenz ist nur die, dass hier die neugebildeten Embryonal-Zellen nicht einander anliegen, sondern von einander entfernt in der Dottermasse eingebettet gefunden werden.

Nie konnte, was die Entstehung der Embryonal-Zellen anbelangt, etwas wahrgenommen werden, was mit der von Kölliker in grosser Ausdehnung statuirten endogenen Zellenbildung eine entfernte Aehnlichkeit gehabt hätte und niemals konnte ein Bild gewonnen werden, das eine Erklärung nach diesem Schema zuliesse. Zu keiner Zeit wurden Zellen neben einander gelagert gefunden, was auf eine Entstehung aus einer gemeinsamen Mutterzelle hätte schliessen lassen. Vielmehr waren die Zellen überall in gewisser Entfernung von einander gelagert; selbst in den seltenen Fällen, wo man kleinere jüngere Zellen bemerkte, waren diese mitten in der Dottermasse, entfernt von andern Zellen, eingebettet. (So z. B. Fig. 5 die kleinere mit a bezeichnete Zelle.)

Wahrscheinlich entstehen die Embryonal-Zellen der Philodina und vielleicht noch vieler anderer Thiere frei und unabhängig in der Dottermasse, in der Art, dass die jedesmalige Lebensdauer einer Generation nur kurz ist, so dass bis zum Auftreten des Embryo viele Zellengenerationen entstanden und wieder vergangen sind, denen die Dottermasse als Cytoblastem gedient hat, bis zuletzt

diese Masse vielleicht gerade durch den öftern Wechsel befähigt wird, den Embryo zu bilden und die dann entstandene Zellengeneration endlich den Thierleib bildet, sei es nun, dass sie persistirt, oder in andere Gewebe sich umgewandelt. Die Auffassung dieser Vorgänge weicht von der Kölliker's, wie er sie in seinem Aufsatze: „Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der niedern Thiere" darlegte, darin ab, dass die Zellenbildung nicht als eine endogene betrachtet wird, sondern als eine unabhängige, frei im Dotter vor sich gehende. Das Vergehen und Entstehen der Zellen hält wahrscheinlich nicht bei allen Thieren den gleichen Zeitraum ein. So scheint namentlich der Prozess für manche Thiere, bei denen eine Dottertheilung vermisst wird, aufgefasst werden zu müssen.

Trotzdem, dass die Philodineen und Rotiferen in nächster Verwandtschaft zu einander stehen, sind die bisher beschriebenen Entwicklungsvorgänge im Ei nicht gleich bei beiden Genera.

Während sich bei den Philodineen die Embryonal-Zellen ohne weitere Betheiligung des Dotters in demselben entwickelten, finden wir bei Rotifer eine Gruppirung der Dottermoleceln um die Zellen, mit andern Worten, dass eine Zerklüftung des Dotters eintritt. Nicht selten wurden Eier von der frühern Grösse gesehen, deren Dotter vollkommen in zwei Theile zerlegt war, in Form von Kugelsegmenten, die mit breiter Basis verbunden waren. Bisweilen berührten sie die Eihaut nicht. So fand sich bei einem Ei von $^1/_{26}$‴ der Dotter nur $^1/_{30}$‴ gross vor. Auffallend war es, dass die Dotter häufig eine ungleiche Grösse besassen. (Fig. 23.)

Bisweilen war die Ungleichheit so bedeutend, dass

wie in dem abgebildeten Ei die eine Hälfte nahezu an $^1/_{45}'''$ mass, während der Längendurchmesser der andern beinahe nur $^1/_{20}'''$ betrug. (Fig. 23.)

Ein gelinder Druck lässt die Embryonalzellen hervortreten, und es scheint, als ob diese an der Ungleichheit der Dotterkugeln ebenfalls Antheil nehmen. So fand sich eine Embryonalzelle im mehrerwähnten Ei vor, die $^1/_{125}'''$ gross war, die der kleinern Dotterkugeln betrugen nur $^1/_{170}'''$. An andern Eiern wurde Aehnliches beobachtet.

Eier, die in der Vierklüftung begriffen waren, gelang es mehrmals zu beobachten; und dieser Uebergang in die Vierklüftung ist in Fig. 24 angedeutet. Die eine Dotterkugel des zweigetheilten Eies hatte sich nämlich bereits wieder geklüftet, während die andere diesem Prozesse noch nicht anheim gefallen war. Die beiden Embryonalzellen der erstern hatten fast nur die halbe Grösse derjenigen, die sich in der noch ungetheilten Dotterkugel vorfand.

Weit häufiger gelingt es, vollkommene vierfach geklüftete Eier vorzufinden, deren einzelne Kugeln häufig ungleich gross sind. Diese Unterschiede in der Grösse machen sich oft sehr bemerklich (wie Fig. 25). Es sind dann die Embryonalzellen, die bisweilen in ihren Dotterabtheilungen ganz versteckt sind, aber schon leichter in ihrem natürlichen Zustande zu Tage treten, ebenfalls verschieden in ihren Grösseverhältnissen.

Im Mittel beträgt ihr Längendurchmesser $^1/_{200}'''$. Es scheint dieser auf eine Unregelmässigkeit des Zerklüftungsprozesses, welche zwar nicht constant, sondern nur ausnahmsweise ziemlich häufig auftritt, hinzuweisen.

Wenn hier schon Formenverschiedenheiten in den einzelnen Dottermassen vorhanden sind, so ist diess in noch viel höherm Grade in den folgenden Perioden der Fall. Daneben scheint jene Ungleichheit in den Zeitverhältnissen der einzelnen Zerklüftungen noch viel bedeutender zu sein. Man trifft Eier, welche in 6, 7, 9 (Fig. 26) oder 10 Abtheilungen zerlegt sind, eben so häufig als solche mit einer Achtklüftung. Die Abnahme in der Grösse der Embroynal-Zellen findet auch jetzt noch statt, steht aber in keinem Verhältniss zu den Dottermassen.

Auffallend war der Umstand, dass in einem Ei, dessen Dottermasse die Eihülle erreichte und eine Sechsklüftung zeigte, in dem zwischen beiden sich befindlichen Raume, ein freier zellenartiger Körper sich bemerklich machte, der $^1/_{400}$‴ im Längendurchmesser hatte.

In allen 6 Kugeln fanden sich die Embryonal-Zellen vor, so dass dieser unmöglich eine solche gewesen sein kann. Es erinnert diess an jene kleinen Zellen, welche zwischen Dotter und Hülle sitzend, bei den verschiedensten Thieren angetroffen werden und bei den Schnecken in noch viel spätern Stadien (bis zur Rotation des Dotters) gar nicht selten sichtbar werden.

Der Dotter schreitet in seiner Zerklüftung nun dermassen fort, dass ferner eine bestimmte Zahl nicht mehr angegeben werden kann, und nimmt ganz die Gestalt einer Beere an. Die Kugeln von Eiern, die eine Anzahl von 30 — 50 enthalten mochten, hatten $^1/_{250}$‴ bis $^1/_{300}$‴ Länge. (Fig. 27, Fig. 18a und Fig. 19a sind Darstellungen solcher Eier, die im Furchungsprozess schon weit vorgerückt sind.)

Im weitern Verlauf werden die Embryonal-Zellen endlich so klein, dass sie nur undeutlich auch mit Hülfe der stärksten Linsen zur Anschauung gebracht werden können. Mit dem beständigen Abnehmen der Dottermoleceln werden die Eier ungemein blass; sie werden endlich zu einem Zellenhaufen, verbunden mit einer höchst geringen Quantität Dottermasse. Seine Form erscheint wieder nahezu eben oder unregelmässig höckerig. (Fig. 28.)

Allmälig hellt sich seine Peripherie mehr und mehr auf, die Zellen sind nicht mehr bemerklich, dagegen findet sich eine scharfe glatte Randlinie vor. Die Form des Dotters wird jetzt eine mehr birnförmige. Die Spitze ist gewöhnlich in der Eihülle, die in ihrer Grösse bis jetzt stets die gleiche geblieben ist, nach vorn umgeschlagen, die Zusammensetztung aus Zellen, wie sie selbst bei den kleinsten Mollusken-Embryonen nachgewiesen werden kann, tritt an unserm Objekte nicht hervor. Das ganze Gebilde erscheint vielmehr als eine glashelle Substanz mit feinen in sie eingebetteten Pünktchen, die der Mitte zu gehäufter liegen, und hier offenbar ein Uebermass der Dottermoleceln sind. (Fig. 29.)

An der Grenze des hellern und dunklern Theils tritt bei einer immer schärfer werdenden Körperform nunmehr auch der Zahnapparat auf (Fig. 30 und Fig. 18c). Allmälig bewegt sich der Embryo in seiner Eihülle unruhig auf und ab. Haben die Embryonen endlich noch Augenpunkte erhalten, so durchbrechen sie die Eihüllen, und bewegen sich frei in der Leibeshöhle der Mutter zwischen den Organen derselben (Fig. 18 dd. und 19 bb). Oft sieht man eine lebhafte Thätigkeit des Kauapparates

bei den Embryonen noch innerhalb des mütterlichen Organismus und eine ziemliche Entwicklung ihrer Räderorgane.

Ein stärkerer Druck bewirkt in günstigen Fällen ein Austreten des jungen Rotifer aus dem Munde der Mutter in der Art, dass derselbe ganz unversehrt bleibt.

Ein solches Junges zeigt schon in allen Hauptpunkten die Organisation des ältern Individuums, nur erschwert die grosse Blässe seines Colorits die Beobachtung.

Die weiblichen Geschlechtsorgane haben so ziemlich ihre vollkommene Gestalt.

Mir scheint die Behauptung Ehrenberg's, dass die Rotiferen in gewissen Generationen nur lebendig gebären, in andern die Eier vor ihrer vollkommenen Ausbildung ausstossen, durchaus richtig zu sein.

Was den Furchungsprozess betrifft, so ist diess nach den Beobachtungen Kölliker's kein auf Rotifer beschränkter. Er sah denselben bei Megalotrocha alboflavicans in verschiedenen Stadien bis zu dem, wo die einzelne Furchungskugel nur noch 0,003‴ Länge hatte, und bemerkte in der Embryonalzelle eines in der Achttheilung begriffenen Eies einen wandständigen Kern von 0,003‴, während die Zelle selbst 0,006‴ betrug. Nach ihm wies Leidig (Isis. Jahrgang 1848) die Furchung bei Notomata centrura und bei Euchlanis nach und bestätigte die oben angegebene Erfahrung Kölliker's.

Ich selbst sah deutliche Zerklüftung des Dotters bei Floscularia und zwar eine vier- bis sechsfache, und eine totale bei Notomata, ferner bei Brachionus und Hydatina senta, konnte deren übrige Entwickelung aber aus

Mangel an einer hinreichenden Anzahl von Individuen nicht weiter verfolgen.

Kehren wir zur Philodina zurück, so bemerken wir an ihren Eiern folgende Umwandlungen in den spätern Perioden. Die Eier bestehen nunmehr aus einer beliebigen Anzahl von Embryonalzellen, ohne dass eine regelmässige Progression stattfände. So bemerkt man Eier, die deren fünf enthalten (was zum Beisp. bei Fig. 5 der Fall ist, wo man 4 grössere und einen fünften sah, viel kleinere nur $^1/_{400}$''' betragende vorhanden waren), dann solche mit 6 (Fig. 16), bei welchem als einziges Beispiel 2 Embryonalzellen so nahe an einander gelegen waren, dass sie sich theilweise deckten. Andere Eier enthielten 7 (Fig. 6), noch andere 8 und mehr. Die Untersuchung dieser Verhältnisse ist mit Vorsicht anzustellen, wenn man nicht in einen leicht möglichen Irrthum verfallen will. Da nämlich die Embryonalzelle den im Ovarium enthaltenen Keimbläschen an Form und Aussehen gleicht; da ausserdem der Dotter mit der Eierstockmasse übereinstimmt, so ist die Unterscheidung eines Ovariums von einem Ei nicht immer eine leichte und bei einer oberflächlichen Untersuchung eine Verwechslung mit jenen leicht denkbar.

Das einzige unterscheidende Merkmal ist die eigenthümliche Gestalt des Eies und die grössere Festigkeit seiner Hülle; allein ein stärkerer Druck kann auch diese überwinden und dem Ei künstlich eine Gestalt gegeben werden, wie bei Fig. 16a. Hat dagegen die Anzahl der Embryonalzellen einmal ein Dutzend und mehr erreicht, so ist eine Verwechslung mit dem Ovarium eben dieser Zahlen-Differenzen wegen kaum mehr möglich. Ueber-

diess haben sich alsdann die Embryonalzellen ansehnlich verkleinert, so dass sie von den Keimbläschen leichter zu unterscheiden sind. Eine Zählung bei dieser Vermehrung der Embroyonalzellen kann in den spätern Perioden natürlich nur noch approximativ vorgenommen werden.

In dieser Periode ist das Ei bereits nach Aussen getreten, seltener entwickeln sich bei Philodina, wie Ehrenberg beschrieb, die Jungen vollkommen im Leibe der Mutter.

Auch ausserhalb des mütterlichen Organismus geht die Entwicklung der Embryonalzellen ihren ungestörten Gang (Fig. 8, 9).

Mit der Zunahme der Embryonalzellen schwinden die Dottermoleceln mehr und mehr und dem entsprechend hellt sich das Ei allmälig auf.

Einzelne Dotterpartien erhalten sich noch längere Zeit an den Seiten. Die bisher formlosen Haufen der Embryonalzellen ziehen sich allmälig vom Chorion zurück, nehmen eine bestimmte Gestalt an, und werden zum Embryo (Fig. 10). Bald findet man den Zahnapparat gebildet und nach einiger Zeit sieht man dann auch die rothen Augenpunkte. Es treten lebhafte Bewegungen des Embryo ein, der, indem er die Eihülle verlässt, mit Ausnahme des Geschlechtsapparates, dem mütterlichen Organismus vollkommen gleich gestaltet ist.

Am Schlusse meiner Darstellung habe ich noch auf die Unterschiede der Evolutionsweise der Rotatorien und derjenigen der Tardigraden hinzuweisen, welch' letztere Dujardin, freilich ohne damals eine genauere Kenntniss der Untersuchungen von Doyère zu besitzen, zu den

Räderthieren stellte. Sie differiren wesentlich darin, dass bei den erstern weder eine Keimscheibe, noch eine Trennung in ein seröses und ein Schleimblatt vorkömmt, was für die Klasse der Arthropoden im Allgemeinen als constant angenommen werden kann und von Kaufmann auch bei Macrobiotus gefunden wurde. Uebereinstimmend sowohl bei den Räderthieren, als auch bei den Tardigraden ist der Umstand, dass bei Beiden der eigenthümliche Zahnapparat sehr früh auftritt.

Thesen.

1) Allgemeine und lokale Blutentziehung haben gleiche Wirkung.
2) Bei Erysipelas hat die Anwendung des kalten Wassers keine contraindication.
3) Oleum jecoris wirkt wie Speck.
4) Aus den physiologischen Wirkungen eines Mittels kann nicht auf dessen therapeutische geschlossen werden.
5) Mitempfindung kann nicht geläugnet werden.
6) Die Behandlung der Hydrocele mit Injectionen ist der Operation vorzuziehen.
7) Krebs hat nichts Specifisches.

Erklärung der Tafeln.

Tabelle I.

Fig. 1 bis 17. Entwicklung der Philodina erythrophthalma (bei ungefähr 300facher Vergrösserung).

Fig. 1. A und B Eier mit Keimbläschen.

Fig. 2. Ei mit veränderter birnförmiger Gestalt nach dem Verschwinden des Keimbläschens und von den Wandungen zurückgezogenem Dotter (bei a und b).

Fig. 3. Ei mit dem ersten Embryonalkern (Embryonalzelle Kölliker's) und in ihm enthaltenem Kernkörperchen; B ohne den letztern.

Fig. 4. Ei mit 4 Embryonalkernen.

Fig. 5. Ei mit 4 Embryonalkernen und einem jüngern Kern bei a.

Fig. 6 bis 9. Eier mit immer zunehmender Zahl von Embryonalkernen.

Fig. 10. Erstes Auftreten des Embryo mit dem Kauapparat bei a.

Fig. 11. A, B und C stellen zu Grunde gegangene Eier mit zurückgezogenem Dotter (a) und leerem Raum zwischen demselben und dem Chorion dar (b), (durch eingedrungenes Wasser veranlasst).

Fig. 12. Das Thier wurde wie die folgenden einer mässigen Compression unterworfen. Es enthält im Innern ein Ei mit einem Keimbläschen im Centrum; bei g sind beide Eisäcke dargestellt, die in der Mittellinie zusammenstossen; B zeigt die Eibildung durch Aussackung der Ovariumhülle (im Schema).

Fig. 13. Enthält im Innern bei a ein Ei mit dem ersten Embryonalkern; e zeigt den Kauapparat, f zeigt eine geringere

Dichtigkeit der Dottermasse an, g geht auf die beiden Ovarien, h auf den Darmkanal, ebenso i; bei x sind in den Keimbläschen die Kerne angedeutet, b stellt solche ohne den Kern dar.

Fig. 14. Enthält ein Ei mit dem Keimbläschen.

Fig. 15. Bei a ist ein gleiches Ei wie bei Fig. 14 abgebildet, b stellt ein Ovarium mit vielen Keimbläschen dar.

Fig. 16. Zeigt im Innern 2 Eier; das bei a ist in seiner Entwicklung weiter vorgerückt und enthält im Innern Embryonalkerne, die einander theilweise decken; das bei b zeigt am stumpfen Pole den ersten Embryonalkern.

Fig. 17. a Ei nach dem Verschwinden des Keimbläschens; b Dottermoleceln und Keimbläschen, g Eierstock, h Darmkanal, e der Zahnapparat.

Tab. II.

Fig. 18 bis 30. Es gibt diese Tafel eine Darstellung der Entwicklung von Rotifer vulagaris (bei gleicher Vergrösserung wie bei Tab. I.)

Die bei 18 und 19 abgebildeten Thiere sind leicht gequetscht.

Fig. 18 enthält im Innern 3 Eier und 2 Embryonen, bei a zeigt sich ein Ei mit weit vorgerückter Dotterfurchung, b zeigt die Stufe, wo der getheilte Dotter anfängt in den Embryonalleib überzugehen, das Ei bei c enthält den Embryo mit dem Zahnapparat. d zeigt den reifen Embryo mit den Augenpunkten.

Fig. 19. Bei a ein Ei mit vielen Dotterkugeln, b zeigt einen reifen Embryo; B stellt ein Ovarium, dessen Form durch Druck verändert ist, dar. C ein Ei mit ausgedrücktem Dotterinhalt.

Fig. 20. Ei mit einem Keimbläschen.

Fig. 21. Ei nach verschwundenem Keimbläschen.

Fig. 22. Ei mit dem ersten Embryonalkern und dem vom Chorion mehr zurückgetretenen rundlichen Dotter.

Fig. 23. Zweiklüftung des Dotters (A und B) bei ungleicher Grösse der Kugelsegmente. Bei B sind die Embryonalkerne durch Druck sichtbar geworden.

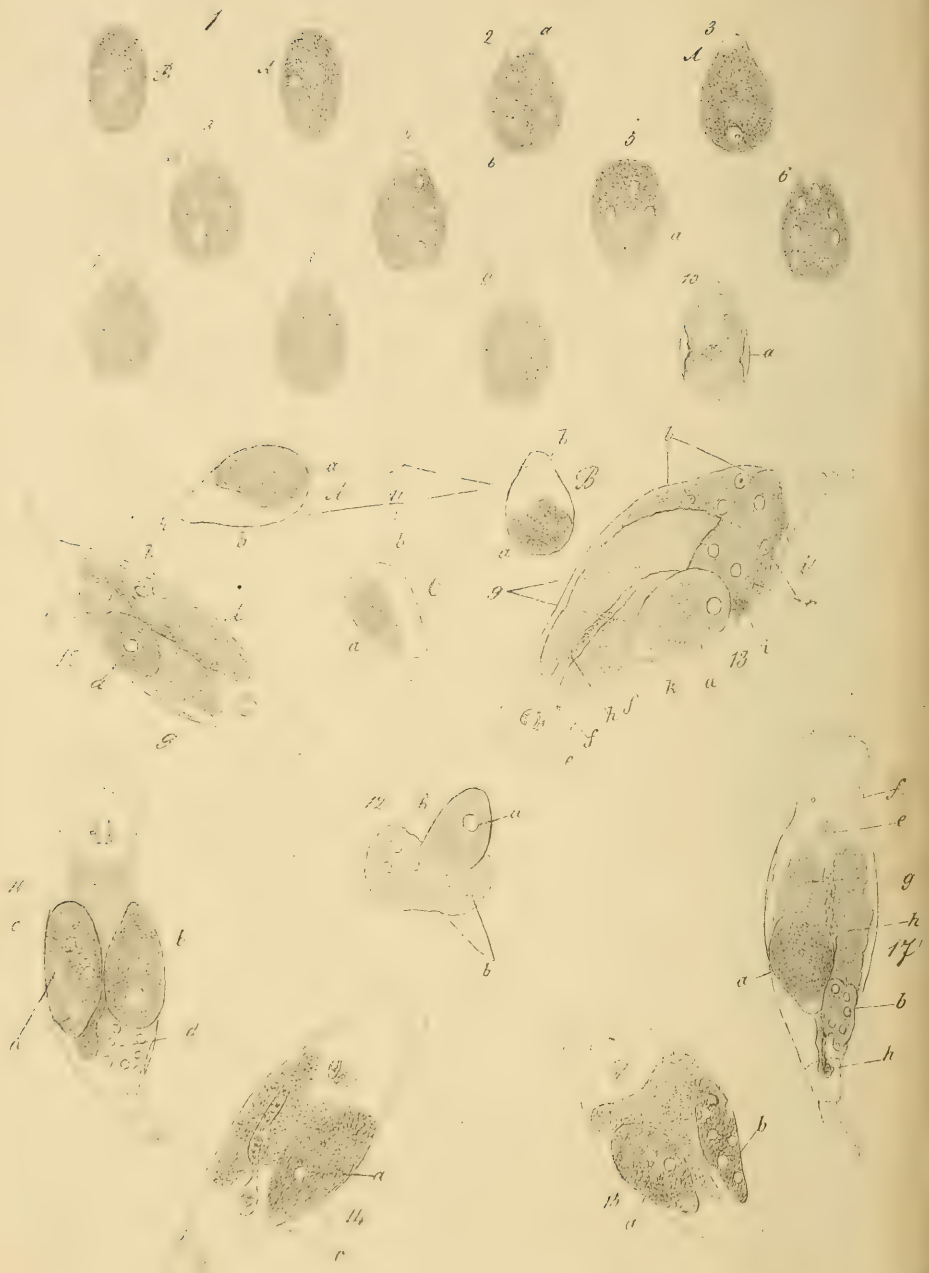
Fig. 24. Beginnende Vierklüftung, bei a noch nicht zu Stande gekommen, was bei b der Fall ist. Zugleich ist der Unterschied der Grösse der Embryonalkerne bei a und b bemerklich gemacht.

Fig. 25. Zeigt vollkommene Vierklüftung des Eies mit ungleich grossen Dotterkugeln und ungleichen Embryonalkernen.

Fig. 26 bis 28. Es sind diess Eier in progressiver Vermehrung ihrer Dotterkugeln.

Fig. 29. Anlage des Embryo.

Fig. 30. Embryo mit dem Zahnapparat.



18
d
c
d
d
b
20
21
23
A
22
23
B
24
a
b
25
26.
27
28
29
30
19
b
A
B
a
b
c

3 2044 107 325 375